

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-025426

(43)Date of publication of application : 29.01.2004

(51)Int.Cl.

B81B 1/00
// B41J 2/05

(21)Application number : 2002-370549

(71)Applicant : STMICROELECTRONICS INC

(22)Date of filing : 20.12.2002

(72)Inventor : SANTORUVO GAETANO
LO PRIORE STEFANO

(30)Priority

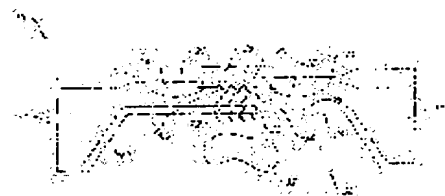
Priority number : 2001 029533 Priority date : 20.12.2001 Priority country : US

(54) HEATING ELEMENT FOR MICROFLUIDIC AND MICROMECHANICAL APPLICATIONS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized improved heater using a transistor.

SOLUTION: An integrated heater formed as a field effect transistor in a semiconductor substrate 12, with the transistor having source region 14 and a drain region 16 with a channel region extending therebetween to conduct current. The channel region has a resistance RDS when conducting current to generate heat above a selected threshold. A dielectric layer 24 is disposed on the channel region 20 and a gate electrode 26 is disposed on the dielectric layer to control the current of the channel region 20. A thermally insulating barrier may be formed in the semiconductor material extending about the transistor. The object 32 to be heated is positioned to receive the heat generated by the resistance RDS of the channel region 20, and the object 32 to be heated may be a fluid chamber.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-25426

(P2004-25426A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl.⁷B 8 1 B 1/00
// B 4 1 J 2/05

F I

B 8 1 B 1/00
B 4 1 J 3/04 1 O 3 B

テーマコード(参考)

2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数 43 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-370549 (P2002-370549)
 (22) 出願日 平成14年12月20日(2002.12.20)
 (31) 優先権主張番号 10/29533
 (32) 優先日 平成13年12月20日(2001.12.20)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 591236448
 エスティーマイクロエレクトロニクス、インコーポレイテッド
 STMicroelectronics, Inc
 アメリカ合衆国、テキサス 75006
 , カーロルトン、エレクトロニクス
 ドライブ 1310
 (74) 代理人 100076185
 弁理士 小橋 正明
 (72) 発明者
 ガエターノ サントルボ
 アメリカ合衆国、カリフォルニア 92
 128, サン ディエゴ、カル ビビ
 エンダ 11911

最終頁に続く

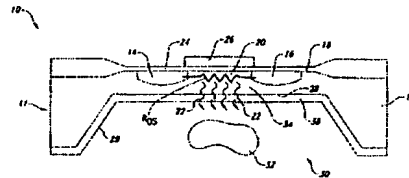
(54) 【発明の名称】 マイクロ流体及びマイクロ機械アプリケーション用加熱要素

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 トランジスタを使用した小型の改良したヒーターを提供する。

【解決手段】 半導体基板12内に電界効果トランジスタとして形成した集積化ヒーターが提供され、トランジスタはソース領域14とドレイン領域16及びそれらの間に電流を導通させるチャンネル領域20とを有している。チャンネル領域20は電流が導通する場合に抵抗 R_{DS} を有しており、選択したスレッショールドを超える熱を発生する。誘電体層24がチャンネル領域20の上に配設されており、その上にゲート電極26が配設されて、チャンネル領域20の電流を制御する。熱絶縁性バリアをトランジスタの周りに延在し半導体物質内に形成することが可能である。被加熱物体32がチャンネル領域20の抵抗 R_{DS} によって発生された熱を受取るべく位置されており、被加熱物体32は流体チャンバとすることが可能である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

集積化ヒーターにおいて、
半導体物質、
前記半導体物質に形成されており且つ選択したスレッショールドを超える熱を発生すべく動作可能な少なくとも 1 個のトランジスタ、
前記トランジスタによって発生される熱を受取るべく前記トランジスタに隣接して位置されている被加熱物体、
を有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記被加熱物体が前記半導体物質に隣接して位置されている流体室であることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記被加熱物体が前記半導体物質内に形成されている流体室であることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 4】

請求項 1 において、前記半導体物質が前記トランジスタに隣接して壁部分を有しており、前記半導体壁部分を介して前記トランジスタによって発生された熱が伝達され、且つ前記半導体壁部分に隣接して且つ封止係合状態に位置されている壁部分を具備するボディが設けられており、前記半導体壁部分と前記ボディ壁部分とが一体となって前記被加熱物体としての流体室を画定していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 5】

請求項 4 において、更に、前記半導体壁部分にわたって延在しており且つ前記流体室に向かって対面している誘電体層を有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 6】

請求項 1 において、更に、前記トランジスタによって発生される熱の前記半導体物質における伝達を制限するために前記トランジスタの周りに延在して前記半導体物質に形成されている熱絶縁性バリアを有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 7】

請求項 1 において、前記半導体物質が前記トランジスタを超えて横方向に延在して横方向半導体部分を与えており、且つ前記被加熱物体が前記トランジスタに隣接し且つ前記横方向半導体部分に隣接して横方向に位置されており、前記トランジスタによって発生され前記横方向半導体部分へ横方向に伝達される熱を受取ることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 8】

請求項 7 において、更に、前記横方向半導体部分に隣接した位置において前記誘電体層の一部に形成されているウインドウを具備しており前記半導体物質にわたって延在している誘電体層を有しており、且つ前記加熱物体が前記トランジスタによって発生され前記ウインドウを介して通過する熱を受取るために前記ウインドウに位置されていることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 9】

請求項 7 において、前記被加熱物体が流体室であることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 10】

請求項 7 において、前記横方向半導体部分が前記トランジスタによって発生され且つ前記横方向半導体部分を介して伝達される熱を前記被加熱物体へ伝達するための壁部分を有しており、前記横方向半導体壁部分に隣接しており且つそれと封止係合状態に位置されている壁部分を具備しているボディが設けられており、前記横方向半導体壁部分及び前記ボディ壁部分が一体となって前記被加熱物体としての流体室を画定していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 11】

請求項 7 において、前記トランジスタ及び前記横方向半導体部分の横方向外側及びその周

10

20

30

40

50

りに延在して前記半導体物質内に形成されている熱絶縁性バリアを有しており、前記トランジスタによって発生される熱が前記絶縁性バリアを超えて横方向に前記半導体物質内を伝達することを制限することを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 1 2】

請求項 7 において、更に、前記半導体物質の第一面にわたって延在している誘電体層及び前記横方向半導体部分にわたって前記誘電体層の一部に形成されているウインドウを有しており、前記被加熱物体が前記トランジスタによって発生され前記ウインドウを介して通過する熱を受取るべく前記ウインドウに位置されており、且つ前記トランジスタ及び前記ウインドウの横方向外側及びその周りに延在して前記半導体物質内に熱絶縁性バリアが形成されており前記トランジスタによって発生された熱が前記絶縁性バリアを超えて横方向に前記半導体物質内を伝達することを制限することを特徴とする集積化ヒーター。 10

【請求項 1 3】

請求項 1 2 において、更に、前記第一面と反対側の前記半導体物質の第二面にわたって延在している熱絶縁層を有しており、且つ前記絶縁性バリアが前記誘電体層と前記絶縁層との間に位置されていることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 において、前記被加熱物体が流体室であることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 1 5】

請求項 1 2 において、更に、前記ウインドウの周りに前記誘電体層と隣接し且つそれと封止係合状態に位置されている壁部分を具備するボディを有しており、前記ボディ壁部分が前記被加熱物体として流体室を画定しており、前記熱が前記ウインドウを介してそれへ供給されることを特徴とする集積化ヒーター。 20

【請求項 1 6】

請求項 1 において、更に、前記半導体物質の第一面にわたって延在している誘電体層を有しており、前記被加熱物体が前記トランジスタによって発生された熱を受取るために前記トランジスタと反対側において前記誘電体層に隣接して位置されていることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 において、更に、熱絶縁性バリアが前記半導体物質内に形成されており前記トランジスタによって発生された熱を受取るべく位置されている前記絶縁性バリア内側の前記半導体物質の部分を画定しており、前記絶縁性バリアが前記トランジスタによって発生され且つ前記半導体物質の前記内側部分によって受取られる熱が前記絶縁性バリアを超えて伝達することを制限する物質から構成されていることを特徴とする集積化ヒーター。 30

【請求項 1 8】

請求項 1 6 において、更に、前記第一面と反対側の前記半導体物質の第二面にわたって延在している熱絶縁層を有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 1 9】

請求項 1 6 において、更に、前記誘電体層と隣接しており且つそれと封止係合して位置されている壁部分を具備しているボディを有しており、前記誘電体層及び前記ボディ壁部分が一体となって前記被加熱物体として流体室を画定していることを特徴とする集積化ヒーター。 40

【請求項 2 0】

請求項 1 において、前記被加熱物体が流体であることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2 1】

集積化ヒーターにおいて、
半導体物質、
前記半導体物質内に形成されており且つ熱を発生するために選択的に動作可能な複数のトランジスタ、
前記トランジスタによって発生された熱を受取るべく前記トランジスタに隣接して位置されている被加熱物体、 50

を有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 において、前記被加熱物体が前記半導体物質に隣接して位置されている流体室であることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2 3】

請求項 2 1 において、更に、前記トランジスタの周りの周辺を延在して前記半導体物質内に形成されている熱絶縁性バリアを有しており、前記トランジスタによって発生される熱が前記絶縁性バリアを超えて伝達することを制限することを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2 4】

集積化ヒーターにおいて、

半導体基板、

前記半導体基板内に配設されているソース領域、

前記半導体基板内に配設されているドレイン領域、

前記ソース領域とドレイン領域との間において電流を導通させるべく前記ソース領域とドレイン領域との間において前記半導体基板内に配設されており選択したスレッショールドを超えて熱を発生するために電流を導通する場合の抵抗値を有しているチャンネル領域

、
前記チャンネル領域上に配設されている誘電体層、

前記チャンネル領域によって導通される電流を制御するために前記誘電体層上に配設されているゲート電極、

前記チャンネル領域の前記抵抗値によって発生される熱を受取るべく位置されている被加熱物体、

を有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 において、前記被加熱物体が前記半導体物質に隣接して位置されている流体室であることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2 6】

請求項 2 4 において、前記被加熱物体が前記半導体基板内に形成されている流体室であることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2 7】

請求項 2 4 において、更に、前記半導体基板内に形成されており且つ少なくとも部分的に前記チャンネル領域の周りに延在している熱絶縁性バリアを有しており前記チャンネル領域の前記抵抗値によって発生される熱を受取るべく位置されている前記絶縁性バリア内側の前記半導体基板の部分を画定していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2 8】

請求項 2 4 において、前記半導体基板が前記チャンネル領域に隣接する壁部分を有しており前記チャンネル領域の前記抵抗によって発生された熱を前記半導体壁部分を介して伝達させ、且つ前記半導体壁部分に隣接して位置されている壁部分を具備しており且つ前記被加熱物体として流体室を画定しているボディが設けられていることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 2 9】

請求項 2 8 において、更に、前記半導体壁部分と前記ボディ壁部分との間に位置されている熱伝達性誘電体層を有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3 0】

請求項 2 4 において、更に、前記誘電体層に隣接して位置されており且つ前記被加熱物体として流体室を画定している壁部分を具備しているボディを有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3 1】

請求項 2 4 において、更に、前記誘電体層から離れる前記半導体基板の側に向かって位置されている熱絶縁層を有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3 2】

請求項 3 1 において、更に、熱絶縁性バリアが前記半導体基板内に形成されていて前記絶縁性バリアの内側の前記半導体基板の内側部分を画定しており且つ前記チャンネル領域の抵抗によって発生される熱を受取るべく位置されており、前記絶縁性バリアは前記チャンネル領域の抵抗によって発生され且つ前記半導体物質の前記内側部分によって受取られた熱が前記絶縁性バリアを超えて伝達することを制限する物質から構成されており、前記被加熱物体が前記半導体物質の前記内側部分と熱的連結状態にあることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3 3】

請求項 3 2 において、前記絶縁性バリアが前記誘電体層と前記絶縁層との間に実質的に完全 10
に突出していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3 4】

請求項 2 4 において、更に、前記ゲート電極の上側に存在するオーバーレイ誘電体層を有しており、前記被加熱物体が前記オーバーレイ誘電体層に隣接して位置されていることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3 5】

請求項 3 4 において、更に、前記ゲート電極から横切って前記オーバーレイ誘電体層に隣接して位置されている壁部分を具備しており且つ前記被加熱物体として流体室を画定しているボディを有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3 6】

請求項 3 5 において、更に、熱絶縁性バリアが前記半導体基板内に形成されており且つ少なくとも部分的に前記チャンネル領域周りに延在して前記流体室に隣接し且つ前記絶縁性バリアの内側の前記半導体基板の一部を画定し、前記半導体基板の前記内側部分が前記流体室と熱的に連結していることを特徴とする集積化ヒーター。 20

【請求項 3 7】

請求項 3 6 において、更に、前記誘電体層から離れる前記半導体基板の側に向かって位置されている熱絶縁層を有していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3 8】

請求項 3 7 において、前記絶縁性バリアが前記誘電体層と前記絶縁層との間に実質的に完全 30
に突出していることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 3 9】

請求項 2 4 において、前記半導体基板が前記ソース領域及びドレイン領域を超えて横方向に延在して横方向半導体基板部分を与えており、且つ前記被加熱物体が前記横方向半導体基板部分に隣接して位置されて前記横方向半導体基板部分を介して横方向へ伝達される前記チャンネル領域の前記抵抗によって発生される熱を受取ることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 4 0】

請求項 3 9 において、前記誘電体層が前記横方向半導体基板部分にわたって横方向に延在しており、且つオーバーレイ誘電体層が前記ゲート電極の上側に存在しており、且つウィンドウが前記横方向半導体基板部分に対応する位置において前記オーバーレイ誘電体層に 40
形成されており、且つ前記被加熱物体が前記チャンネル領域の抵抗によって発生され且つ前記ウィンドウを介して通過する前記横方向半導体基板部分を介して横方向に伝達される熱を受取るべく前記ウィンドウに位置されていることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 4 1】

請求項 4 0 において、更に、前記ウィンドウに隣接して位置されており且つ前記被加熱物体として流体室を画定している壁部分を具備しているボディを有しており、前記熱が前記ウィンドウを介して供給されることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 4 2】

請求項 2 4 において、前記ゲート電極が金属であることを特徴とする集積化ヒーター。

【請求項 4 3】

請求項 24 において、前記被加熱物体が流体であることを特徴とする集積化ヒーター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はDNA等の生物有機化合物の分解及び検知用の集積化化学的マイクロ反応器、印刷目的のためにインクを発射させるためのインクジェットプリンタヒーター、光ビームを偏向させるための蒸気バブル形成に基づく光学的スイッチング、及び液晶に基づく光学的スイッチング等のマイクロ流体及びマイクロ機械的アプリケーション用のマイクロチップヒーターに関するものである。

【0002】

10

【従来の技術】

公知の如く、ある流体は、例えば、化学的又は生化学的反應が関与する場合に益々より正確な態様で調整すべき温度において処理される。このような場合において、しばしば、流体のコスト又はその入手が困難である等の理由により非常に少量の流体を使用することが必要とされる。

【0003】

これは、例えば、DNA増幅処理（PCR、即ち合成酵素連鎖反應プロセス）の場合であり、その場合には、種々のステップにおける正確な温度制御（繰返し所定の熱サイクルが実施される）、流体が反應する場合に可及的に温度勾配を回避することの必要性（一様な温度を得るため）及び使用済流体の還元（それは非常にコストがかかる）が良好な反應効率を得る場合に、又は反應を成功させるためにも重要である。マイクロチップヒーターは特にこのような適用の場合に適している。

20

【0004】

上述した特性を有する流体処理のその他の例は、例えば、化学的及び／又は薬理学的分析、及び生物学的検査の実施に関連している。より正確であり、より迅速に反應し、より耐久性があり、より長寿命であり、より制御可能であり且つより製造が廉価であるという1つ又はそれ以上を満足する小型化したヒーターを必要とするその他の場合は、インクジェットプリンタヒーター及び光学的スイッチングヒーター等がある。

【0005】

現在の所、種々の技術が化学的又は生化学的試薬の熱的制御を可能とさせる。特に、1980年代の終わりから、小型の装置が開発されており、従って熱質量が減少されており、そのことはDNA増幅処理を完了するのに必要な時間を減少させることが可能である。最近、半導体物質からなるモノリシック集積化装置が提案されており、それは制御した反應で且つ低コストで少量の流体を処理することが可能である（例えば、2001年2月8日付で出願されている米国特許出願第09/779,980号、2001年6月4日付で出願されている米国特許出願第09/874,382号、2001年9月26日付で出願されている米国特許出願第09/965,128号を参照すると良く、これらは全てエスターマイクロエレクトロニクス、S. R. L. へ譲渡されておりこれらの特許出願の内容を引用によって本明細書に取込む）。

30

【0006】

これらの装置は埋込型チャンネルを収容する半導体物質ボディ（本体）を有しており、該チャンネルは入力トレンチ及び出力トレンチを介して入力貯蔵器及び出力貯蔵器へ夫々接続されており、それに対して処理されるべき流体が供給され且つそれから反應の終わりにおいて流体が回収される。埋込型チャンネルの上方に加熱要素及びサーマルセンサーが設けられており、反應の熱条件を制御し（それは、通常、異なる熱サイクルを必要とし、その正確な制御を必要とする）、且つ出力貯蔵器においては、反應した流体を検査するための検知電極が設けられている。熱は半導体ボディからなるウエハ上に形成されている金属加熱要素へ電流を供給することによって発生され、該ボディは該加熱要素の両端部と電気的に接触しているコンタクト領域を具備しており且つ同一のウエハ上に形成されている典型的にMOSFETである駆動トランジスタへ接続されている。

40

50

【0007】

現在のインクジェット技術は少量のインクをインク室内に配置させ、該インクを迅速に加熱させ且つそれを排出させて用紙等の隣接する表面上の選択した位置にインク滴を与えることに依存している。従来、電流が流される場合に迅速に加熱するオーミック抵抗がインクの必要な温度上昇を与えるために使用されている。例えば、Allen et al. 著「サーマルインクジェットの熱力学及び流体力学 (Thermodynamics and Hydrodynamics of Thermal Ink Jets)」、ヒューレット・パカード・ジャーナル、1985年5月、pp. 20-27の文献にインクジェットの詳細が記載されており、その記載内容を引用によって本明細書に取込む。

【0008】

マイクロチップは小型化したヒーター適用例に対して極めて適している。一般的に、マイクロチップ内において局所的な加熱を発生する現在の技術は例えばTaAl、HfB、三元合金等の金属合金又は多結晶半導体から構成されるオーミック抵抗を基礎にしている。加熱用抵抗は外部回路又は集積化したパワーMOSFETによって駆動される。例えばサーマルインクジェットプリンタ等の既存のアプリケーションにおいては、加熱用抵抗値は、好適には、寄生効果を最小とさせ且つ加熱用抵抗においてのみ電力を散逸させるためにMOSFETチャンネル抵抗 (R_{ON} 又は R_{DS}) よりも高い。通常、各パワーMOSFETはその R_{ON} を最小とさせるためにチップ面積の大きな百分率を占有する。

【0009】

この構成における1つの欠点は、このようなオーミック抵抗の抵抗値は固定されており且つ変調させることが不可能であり、従ってその柔軟性が制限されている。その他の欠点としては、オーミック抵抗は物質の劣化 (例えば酸化、偏析等) 及びエレクトロマイグレーションによって影響され、特に高い温度において顕著である。これらの現象はそれらの寿命を制限し且つそれらを設計内に組込んだ装置の信頼性に対して懸念事項となる。

【0010】

更に別の欠点はパワー即ち電力の制御である。電流又は電圧のいずれかで駆動されるオーミック抵抗はパラメータの二次関数であるパワー即ち電力を散逸させる。そのことは、その出力に関しての制御を劣ったものとさせる。何故ならば、電流又は電圧における小さな変動がパワー (電力) 及び温度出力において顕著な変動を発生する場合があるからである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上述した如き従来技術の欠点を解消し、多くのマイクロ流体及びマイクロ機械的適用例に対して所望の特性を与える小型化したヒーターを提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は半導体物質からなる集積化ヒーターを提供しており、少なくとも1個のトランジスタが該半導体物質内に形成されており且つ熱を発生するために動作可能である。加熱されるべき物体即ち被加熱物体が該トランジスタによって発生される熱を受取るべく該トランジスタに隣接して位置されている。1実施例においては、被加熱物体は該半導体物質に隣接して位置されている流体室である。被加熱物体は該半導体物質内に形成されている流体室とすることが可能であるが、それに制限されるものではない。

【0013】

幾つかの実施例においては、該半導体物質は該トランジスタに隣接している壁部分を有しており、該トランジスタによって発生された熱は該半導体壁部分を介して伝達される。本ヒーターは、更に、該半導体壁部分と隣接しており且つそれと封止係合して位置されている壁部分を具備しているボディを有しており、該半導体壁部分及び該ボディ壁部分は一体となって被加熱物体としての流体室を画定している。被加熱物体は流体室以外の形態をとることが可能である。

【0014】

幾つかの実施例においては、本集積化ヒーターは、更に、熱絶縁性バリアを有しており、該バリアは該半導体物質内に形成されており且つ該トランジスタの周りに延在して該トランジスタによって発生される熱が該絶縁性バリアを超えて該半導体物質内を伝達することを制限する。

【0015】

本ヒーターは横方向半導体部分を与えるために該トランジスタを超えて横方向に延在する半導体物質で製造することが可能であり、且つ被加熱物体は該トランジスタに隣接し且つ該横方向半導体部分に隣接して横方向に位置させて該トランジスタによって発生され該横方向半導体部分へ横方向に伝達される熱を受取ることが可能である。少なくとも1つのこのような実施例において、本ヒーターは該半導体物質にわたって延在している誘電体層を有しており、ウインドウが該横方向半導体部分に隣接した位置において該誘電体層の一部に形成されており、被加熱物体が該トランジスタによって発生され且つ該ウインドウを介して通過する熱を受取るために該ウインドウの位置に位置されている。横方向半導体部分は該トランジスタによって発生され且つ該横方向半導体部分を介して伝達される熱を被加熱物体へ伝達させるために壁部分を有することが可能であり、且つ該ヒーターは該横方向半導体壁部分と隣接し且つそれと封止係合して位置されている壁部分を具備するボディを有することが可能であり、該横方向半導体壁部分及び該ボディ壁部分は一体となって該被加熱物体としての流体室を画定する。この実施例においては、該半導体物質内に形成されている熱絶縁性バリアは該トランジスタ及び該横方向半導体部分の横方向外側及びその周りに延在する。

【0016】

本集積化ヒーターは半導体物質内に形成されており且つ熱を発生するために選択的に動作可能な複数個のトランジスタを使用して製造することが可能である。

【0017】

本集積化ヒーターは半導体基板内に形成した電界効果トランジスタとして製造することが可能であり、該トランジスタはソース領域と、ドレイン領域と、該ソース領域とドレイン領域との間に電流を流すためのチャンネル領域とを有しており、該チャンネル領域は選択されたスレッショールドを超えて熱を発生するために電流を導通する場合の抵抗値を有している。誘電体層が該チャンネル領域の上に配設されている。ゲート電極が該チャンネル領域によって導通される電流を制御するために該誘電体層の上に配設されている。該被加熱物体が該チャンネル領域の抵抗によって発生される熱を受取るべく位置されている。

【0018】

【発明の実施の形態】

図面に示したように、本発明はウエハ11上に形成した大略参照番号10で示した集積化ヒーターとして実現されている。図1に示したように、ウエハ11は例えばシリコンである単結晶半導体物質からなる基板12を有している。基板12は公知のMOSFET製造技術を使用して処理して基板の上側即ち表面18に向かって基板内にMOSFETのソース領域14及びドレイン領域16を形成している。該MOSFETのチャンネル領域20は該ソース領域とドレイン領域との間に電流を導通させるためにソース領域14とドレイン領域16との間に基板12内に形成されている。チャンネル領域20は電流に対して抵抗の記号で概略的に示した抵抗 R_{on} 又は R_{ds} を有しており、電流を導通させる場合に矢印22で示したように熱を発生する。

【0019】

例えば酸化物である誘電体層24が基板12の上側に形成されており且つチャンネル領域20にわたって延在している。MOSFETのゲート電極26がチャンネル領域20の上方で誘電体層24の上に形成されており、チャンネル領域により導通される電流を制御する。該ゲート電極は任意の許容可能な物質から構成することが可能であり、例えばポリシリコン、その上にシリサイド層を有するポリシリコン、又は金属又は本発明の処理と適合性を有するその他の任意の導電層とすることが可能である。多くの場合においてポリシリ

コンの上に金属シリサイドを設けたものが好適である。何故ならば、このようなゲートは非常に低い電氣的固有抵抗を有しており、金属の上部層は良好な熱伝導率を与えるからである。このような処理技術及びステップは公知である。該MOSFETは任意のタイプのものとすることが可能であり、例えばLDMOS、VDMOS等とすることが可能である。

【0020】

基板12の下側即ち表面28はチャンネル領域20の下側の部分（ウエハ11の裏側）がエッチング又はその他の方法で除去されおりこの区域における基板の厚さを減少させており且つ基板内に凹所29を形成している。凹所29は少なくとも部分的にチャンバ（室）30を画定しており且つチャンネル領域20によって発生される熱22によって加熱されるべき物体即ち被加熱物体として作用する。チャンバ30は、その中に伝達される熱22が伝達される物質32を受取る寸法及び形状とすることが可能である。チャンバ30は、チャンネル領域が電流を導通する場合にチャンネル抵抗 R_{DS} によって発生される熱22を受取るためにチャンネル領域20の近くに位置されている。チャンバ30を形成する場合に基板12を部分的に除去してチャンネル領域20下側のその残存する薄い壁部分34のみを残存させ、熱源（即ち、チャンネル領域）を加熱すべき物質30に近付けさせる。

【0021】

基板12の下側28はその上に誘電体層36が形成されており、例えば付着又は成長によって形成されている。誘電体層36はチャンバ30の一部を形成している基板の下側部分を裏打ちしている。加熱用にチャンバ30内に受取られるべき物質32が流体である場合には、誘電体層36は該流体が直接接触した場合に基板に与える可能性のある悪影響に対して基板12に対して保護を与える物質として選択することが可能である。流体の場合には、チャンバ30内の流体はチャンバの壁と直接接触することが可能であり、且つそのようなことは流体に対しての改善した伝熱を得るために流体をチャンネル領域20に近づけるために望ましいことである。熱22は誘電体層36を介してチャンバ30へ伝達され、従って誘電体層は所望量の熱を伝達させるのに十分な熱的特性を有するものに選択される。ヒーター10は流体以外の物質を加熱するために使用することが可能であり、その場合には、基板12の下側28は伝熱表面として使用することが可能であり且つ中間に保護又はその他の層又はその他の物質が介在するか又は介在することなしに、それが平坦な物体であるか輪郭を持った物体であるかに拘わらずに、加熱すべき物体即ち被加熱物体と接触すべく適宜の形状とすることが可能である。

【0022】

チャンネル領域20のチャンネル抵抗 R_{DS} （即ち、ソース・ドレイン抵抗）は熱22を発生し且つその熱をチャンバ30へ伝達させ、そこで物質32が加熱されるべく少なくとも一時的に位置されている。チャンネル領域20は、MOSFETの場合の一般的な態様においてソース領域14とドレイン領域16との間のチャンネル領域20を導通状態とさせるために充分な電圧がゲート電極20へ印加される場合に、熱22を発生する。特定のアプリケーション（適用例）において発生される熱22の量は、ゲート電極20へ印加される電圧の大きさによって制御することが可能である。何故ならば、MOSFETにおけるチャンネル抵抗 R_{DS} は印加されるゲート電圧の関数だからである。より高い電流の導通及び増加した加熱定格を得るためにパワーMOSFETトランジスタを使用することが可能である。

【0023】

チャンネル領域20のチャンネル抵抗 R_{DS} は、例えば、MOSFETがオンである場合にチャンネル抵抗 R_{DS} を介して所望のパワー即ち電力が散逸されるようにチャンネル領域の長さ及び／又は幅、使用されるシリコンのドーピング及び／又はデザインレイアウトを変化させることにより、特定のアプリケーション即ち適用例に対して所望される特定の抵抗値を発生させるためにMOSFETの製造期間中に容易に選択することが可能である。注意すべきことであるが、通常、チャンネル抵抗を減少させる目的のためにMOSFET

Tの通常の製造においてチャンネル領域20のドーピングが行われるが、MOSFETをヒーターとして使用する場合には、チャンネルの抵抗を向上／増加させるためにドーピングが行われる。チャンネル領域20が電流が導通させる場合に、選択したスレッシュホールドを超える熱が発生され且つチャンバ内の物質32を加熱するためにチャンバ30へ伝達されるように、特定のチャンネル抵抗 R_{DS} が選択される。このスレッシュホールドは、被加熱物体へ伝達されるべき所望の熱の量、又は被加熱物体の温度又は物質の温度を少なくとも所望の温度へ上昇させるのに必要な熱の量を供給するために選択される。

【0024】

ヒーター10において使用されるMOSFETは、数オーム乃至数千オームとすることが可能であり、従って設計上の柔軟性を与えるチャンネル抵抗 R_{DS} を発生するために従来の技術を使用して製造することが可能である。このMOSFETのチャンネル抵抗 R_{DS} の動作温度範囲は数℃乃至1000℃を超えるものとの間とすることが可能であり、従って化学的反応を誘発させるか、又は流体を排出するか蒸気を発生するために質量及び熱の輸送を発生させるために局所的熱勾配が必要とされる多くのマイクロ流体及びマイクロ機械的アプリケーション（適用例）に対して十分な熱を供給する。それに対して熱22がチャンバ30内に伝達される物質32は、これらに制限されるべきものではないが、例えばインク、有機物質の混合物、光学的スイッチング用の流体、環境試験及び医学的適用例のためのガス、前述した従来技術に関連して説明した流体等がある。

【0025】

ヒーター10はオーミック抵抗を使用する公知のマイクロチップヒーターよりもより簡単に且つより廉価に製造することが可能である。必要とされるマスクステップはより少なく且つエキゾチックな抵抗層を付着形成し且つエッチングするのに必要な高価な処理制御は除去されている。高価であるか又はエキゾチックな物質を使用することは必要ではない。その結果処理が単純化され且つヒーター10を製造することはより廉価である。更に、ヒーター10が別個の駆動トランジスタ及びオーミック抵抗組立体を製造することを必要とするものではなく、駆動トランジスタ及び抵抗要素の両者をヒーター10における同一の要素として一体的に結合しているという事実により、チップ寸法が著しく減少されているのでコストが減少されている。

【0026】

多くの適用例に対する性能の増加した信頼性もヒーター10を使用して達成されている。インクジェット及び光学的スイッチング適用例に現在使用されている抵抗は寿命が制限されており且つ数10億回のサイクルの後にエレクトロマイグレーション又は物理的損傷（例えばキャビテーションから）により障害が発生する。熱22を発生するチャンネル抵抗 R_{DS} を提供すべく機能するヒーター10のチャンネル領域20の寿命は数年の動作条件継続すべきであり、それはインクジェットプリンタ適用例の場合には、プリンタの寿命よりも一層長い。何故ならば、チャンネル抵抗 R_{DS} は耐久性のあるシリコン結晶から構成されているからである。このことは廉価で且つ永久的であり、インクジェットプリンタの通常寿命期間中取り替えることを必要としないインクジェットプリントヘッドを提供することを可能とする。

【0027】

ヒーター10を使用する場合に多くの適用例において性能が増加される。このことは、部分的には、オーミック抵抗を使用する従来のマイクロチップの場合に関連する寄生抵抗を著しく減少させていることに起因している。オーミック抵抗を使用する従来のマイクロチップヒーターを使用する場合には、トランジスタを駆動する金属トレースの寄生抵抗に加えて、駆動用MOSFETのチャンネル抵抗が寄生抵抗に対する主要な発生源であった。ヒーター10の場合には、MOSFETの「寄生抵抗」は加熱要素となり且つ寄生効果はヒーターのMOSFETを駆動する低抵抗金属トレースが主なものである。

【0028】

別の性能増加はヒーター10において使用されるMOSFETトランジスタは数平方ミクロン程度に小さく描くことが可能であり、従って同一のチップ上に多数のトランジスタを

詰め込むことを可能とするという理由により達成される。インクジェットプリンタ適用例の場合には、このことは、単一のパスにおいて非常に高い分解能のピクチャを印刷することが可能なプリントヘッドを製造することが可能であることを意味している。

【0029】

更に別の性能増加は、動作電流／電圧において、これらのパラメータにおける何等かの変動が散逸される電力に殆ど影響を与えないようにパワーMOSFETを設計することが可能であるという事実から得られる。従って、ヒーター10は例えば生物学的解析用のチップ等のマイクロ反応器適用例に対して特に興味のあるものであり、その場合にはより低い温度及び良好な温度制御が必要とされる。

【0030】

ヒーター10の最初の変形実施例を図2に示してある。図2のヒーター10は図1のヒーターと基本的に同一の構成を有しているが、チャンバ30が、部分的に、ウエハ11の裏側における基板12における凹所29の周りに延在する壁部分40を具備するボディ（本体）38によって形成されている点が異なっている。ボディ38の壁部分40は基板12の下側28において基板12に隣接し且つそれと封止係合状態に位置されており、誘電体層36がそれらの間に位置されている。壁部分40はチャンバ30を形成するために凹所29と整合する開放した内部部分42を画定しており、且つオリフィス44を画定しており、それを介して物質32が通過することが可能であり、図2においては物質32はメニスカス46を有する流体として示してある。

【0031】

ヒーター10の2番目の変形実施例を図3に示してある。図3のヒーター10は図1及び2のヒーターと基本的に同一の構成を有しているが、ウエハ11の裏側における基板12内に形成されている凹所29はオリフィス48を含むチャンバ30全体を形成する形状とされている。適切である場合には、チャンバ30は保護層で裏打ちさせることが可能である。

【0032】

ヒーター10の3番目の変形実施例を図4に示してある。図4のヒーター10は以下の点において図1-3のヒーターと異なる構成を有している。即ち、MOSFETはSOI（シリコン・オン・インシュレーター）ウエハ11'上に形成されており、基板12（例えばシリコン）はその下側28が酸化物層50と係合している。チャンネル領域20によって発生される熱22は酸化物層50を介してチャンバ30へ伝達され、従って酸化物層50はチャンバへ所望量の熱を伝達するのに十分な熱的特性を有するものが選択される。図4の構成は2つの別個のウエハ、即ち加熱装置用に1つとチャンバ30用に1つ、を使用して得ることが可能である。チャンバ30用の基板は例えばシリコン、有機ポリマー、サファイア、又はその他の適宜の物質等のチャンバに対して任意の許容可能な物質とすることが可能である。絶縁体層50がその上側に成長されており、ウエハ12の裏側を所望のレベルへ除去しており且つウエハ11'が基板12へ接続されている。これを行うために多数の許容可能な技術が存在しており、そのうちの1つは係属中の特許出願854063、663に記載されており、その記載内容を引用によって本明細書に取込む。

【0033】

この3番目の変形実施例においては、壁部分54を具備するシリコンからなるボディ52が酸化物層50の下側56と関連してチャンバ30を画定している。ボディ52の壁部分54は酸化物層50の下側56と隣接し且つ封止係合状態に位置されている。壁部分54はオリフィス58を画定しており、それを介して物質32が通過することが可能である（図4においては不図示）。

【0034】

ヒーター10の4番目の変形実施例を図5に示してある。図5のヒーター10はSOIウエハ11'アプローチを使用する図4のヒーターと基本的に同一の構成を有しているが、トレンチ60が基板12内に形成されており、それはソース及びドレイン領域14及び16及びチャンネル領域20の横方向外側に位置されており且つそれらの周りに完全に延在

している点が異なっている。トレンチ60は空のままとさせるか又は例えばシリコン酸化物等の絶縁性物質62で充填させることが可能である。トレンチ60は基板12内のチャンネル領域20によって発生される熱22の横方向の伝達を制限するための熱的絶縁バリアとして作用し、且つ、後に詳細に説明するように、チャンネル領域によって発生された熱を閉じ込める傾向となり且つ熱を被加熱物体に対してより良く経路付けさせることを可能とする。トレンチ60は、又、MOSFETを電氣的に分離させる作用もある。トレンチ60は誘電体層24と酸化物層50との間に完全に突出している。

【0035】

ヒーター10の5番目の変形実施例を図6に示してある。図6のヒーター10は図5のヒーターと基本的に同一のSOI構成を有しているが、電氣的に共通接続した複数のソース領域14と、電氣的に共通接続した複数のドレイン領域16と、電氣的に共通接続した複数のゲート電極26とを具備するマルチフィンガーパワーMOSFETを使用する点が異なっている。勿論、隣接するソース領域とドレイン領域との間に複数のチャンネル領域20が存在している。トレンチ60がパワーMOSFETのソース及びドレイン領域14及び16及びチャンネル領域20の全ての横方向外側に位置しており且つ完全にその周りに延在している。

【0036】

ヒーター70の7番目の変形実施例を図7に示してある。図7のヒーター10は図5のヒーターと基本的に同一のSOI構成を有しているが、基板12及びボディ52がソース及びドレイン領域14及び16、ゲート電極26、チャンネル領域20を横方向に超えて延在しており、且つ流体チャンネル63がボディ52内に設けられておりチャンネル入口アパーチャ63aとチャンバ30との間に延在している。矢印65aで示した流体の流れは入口アパーチャ63a内に入り且つチャンバ30へ流れることが可能であり、そこでチャンネル領域20によって発生された熱22が該流体へ伝達される。加熱された流体は矢印65bで示したようにオリフィス58からチャンバ30を出ることが可能である。ヒーター10がインクジェットプリントヘッドとして使用される場合には、流出する加熱された流体インクは用紙又はその他の印刷すべき物質上にスプレーさせることが可能である。流体チャンネル63は、所望により、隣りのヒーターのチャンネルと流体連結している付加的な入口アパーチャ63bを有することも可能である。

【0037】

ヒーター10の7番目の変形実施例を図8に示してある。図8のヒーター10は同一の基本的なSOI構成を使用するものであるが、シリコンボディ52によって形成されるチャンバは存在しておらず、この実施例におけるボディ52はスラブである。更に、チャンバ30はチャンネル領域20によって発生される熱22を受取るべくチャンバ30がチャンネル領域20の直下に位置されているものではない。その代わりに、チャンバ30はウエハ11'の正面上に位置しており且つ以下に説明するようにMOSFETから横方向にオフセットしている。

【0038】

特に、基板12は横方向部分64を有しており、それはソース及びドレイン領域14及び16、ゲート電極26、チャンネル領域20を超えて横方向に延在している。チャンネル領域20によって発生される熱22は横方向基板部分64へ横方向に伝達される。この7番目の変形実施例においては、酸化物層50がチャンネル領域20によって発生された熱22が酸化物層50を介して伝達する量を制限するための熱的絶縁特性及び厚さに選択されており、即ち酸化物層50は熱的バリアとして作用する。絶縁性酸化物層50は、トレンチ60と関連して、チャンネル領域20によって発生された熱が横方向基板部分64への横方向における以外の伝達を制限するための熱的絶縁バリアとして作用し、従ってチャンネル領域によって発生される熱を閉じ込め且つそれを被加熱物体に対して熱を良好に経路付けることを可能としている。

【0039】

図8のこの7番目の変形実施例においては、誘電体層24が横方向基板部分64にわたっ

て横方向に延在しており、且つオーバーレイ誘電体層 66 が誘電体層 50 にわたって延在している。オーバーレイ誘電体層 66 はチャンネル領域 20 によって発生される熱がそれを介して伝達する量を制限するための熱絶縁特性を有するように選択されており、且つソース及びドレイン領域 14 及び 16 に対して使用されるコンタクト 14a 及び 16a 及びゲート電極 26 を保護するためのパッシベーションを与えている。ウインドウ 68 が MOSFET から横方向にオフセットし且つ横方向基板部分 64 に対応する位置においてオーバーレイ誘電体層 66 に形成されている。ボディ 70 はシリコンから構成されており、その小さな部分 72 は内側開口 74 及びオリフィス 76 を具備するチャンバ 70 を画定しており、オリフィス 76 を介して流体等の物質 32 が通過することが可能である。ボディ 70 の壁部分 72 はオーバーレイ誘電体層 66 と隣接し且つそれと封止係合状態に位置されており、チャンバ 30 の内側開口 74 はウインドウ 78 と整合しており、従ってチャンネル領域 20 によって発生される熱 22 は横方向基板部分 64 を介して横方向に伝達され、ウインドウを介してチャンバ内へ通過する。 10

【0040】

ヒーター 10 の 8 番目の変形実施例を図 9 に示してある。図 9 のヒーター 10 は図 8 のヒーターと基本的に同一の構成を有しており且つチャンバ 30 がウエハ 11' の正面に位置している。然しながら、基板 12 及びボディ 52 が横方向に延在し且つオーバーレイ誘電体層 66 内にウインドウを与える代わりに、この 8 番目の変形実施例においては、ボディ 70 の壁部分 72 によって形成されているチャンバ 30 が MOSFET の直上に位置されている内側開口 74 を有している。更に、内側開口 74 はソース及びドレイン領域 14 及び 16、ゲート電極 26、チャンネル領域 20 にわたって十分に大きな横方向寸法を有しており、且つソース及びドレイン領域 14 及び 16 及びチャンネル領域 20 の横方向外側に位置されており且つそれらの周りを完全に延在する基板 12 内に形成されているトレンチ 60 の上方で終端している。このように、チャンネル領域 20 によって発生される熱 22 は酸化物層 50 及びトレンチ 60 によって熱的に阻止され、従って酸化物層 50 及びトレンチ 60 内側の基板 12 の壁部分 34 内に閉じ込められ且つゲート電極 26 及びそのゲート電極の周りのオーバーレイ誘電体層 66 を介して伝達される。次いで、熱 22 は内側開口 74 を介してチャンバ 30 内へ通過される。この実施例においては、オーバーレイ誘電体層 66 はチャンバ 30 及びその中に存在する物質へ所望の熱を供給するのに必要なだけチャンネル領域 20 によって発生される十分な量の熱 22 がオーバーレイ誘電体層を介して伝達することを可能とする熱的特性を有するものに選択されている。 20 30

【0041】

ヒーター 10 の効率を改善するために、この 8 番目の変形実施例において使用されているゲート電極 26 はそれに対して熱が使用される適用例に対して所望の熱伝導率を与える物質を使用して製造することが可能である。又、ゲート物質は長い機械的寿命を与えるものを選択することが可能である。インクジェットプリントヘッドにおいては、加熱したインクの場合に遭遇する高い圧力に耐えることが可能であり且つ従来のインクジェットプリントヘッドコンポーネントに対して損傷の原因となるキャビテーション効果に耐えることが可能な物質をゲート電極 26 に対して選択することが可能である。ゲート物質も、ゲート電極 26 が流体と接触することがある場合にそのことから発生するような損傷を回避するべく選択することが可能である。タンタル、タンタル合金、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属がゲート電極 26 に対して許容可能である。本発明においては、多くの適用例に対して信頼性があり且つ長期間の動作を与えるために、金属のゲート電極を使用し且つ酸化物であるか窒化物であるか又はそれらをサンドイッチさせたものであるかに拘わらず適切な厚さのゲート誘電体を使用することが望ましい場合がある。 40

【0042】

その上にヒーター 10 又はよりあり得ることとして適用例に対して所望される設計の多数のヒーターを設けるウエハ 11 又は 11' は、又、ヒーター MOSFET を制御し且つその他の機能を実施するための MOSFET 又はその他の回路を包含することが可能である。ヒーター MOSFET 及びその他の MOSFET を同一のウエハ又はそれから製造され 50

るチップ上に載せることにより、コストが節約され且つ寸法上の利点を得ることが可能である。このような構成においては、ヒーターMOSFET及びその他のMOSFETはこれら2つのタイプのMOSFETのチャンネル領域が異なる態様で処理することが可能であるように互いに十分に幾何学的に分離させ、ヒーターMOSFETのチャンネル領域20は所望の熱を発生するためにそのチャンネル抵抗 R_{DS} を向上させるべく製造される。

【0043】

以上、本発明の具体的実施の態様について詳細に説明したが、本発明は、これら具体例にのみ制限されるべきものではなく、本発明の技術的範囲を逸脱することなしに種々の変形が可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】 本発明に基づくMOSFETヒーターを示した概略断面図。

【図2】 流体チャンバを有する図1のMOSFETヒーターの第一変形実施例を示した概略断面図。

【図3】 完全に半導体物質内に形成した流体チャンバを具備する図1のMOSFETヒーターの第二変形実施例を示した概略断面図。

【図4】 流体チャンバを具備する図1のMOSFETヒーターの第三変形実施例を示した概略断面図。

【図5】 流体チャンバ及びMOSFETの周りに延在する熱絶縁用トレンチを具備する図1のMOSFETヒーターの第四変形実施例を示した概略断面図。

【図6】 マルチソース/ドレインMOSFET及び該MOSFETの周りに延在する熱絶縁用トレンチを使用した流体チャンバを具備する図1のMOSFETヒーターの第五変形実施例を示した概略断面図。

20

【図7】 チャンネルによって供給される流体チャンバ及びMOSFETの周りに延在する熱絶縁用トレンチを具備する図1のMOSFETヒーターの第六変形実施例を示した概略断面図。

【図8】 MOSFETから横方向にオフセットして且つMOSFETの正面側に形成した流体チャンバを具備する図1のMOSFETヒーターの第七変形実施例を示した概略断面図。

【図9】 MOSFETの正面側でその直上に形成した流体チャンバ及びMOSFETの周りに延在する熱絶縁用トレンチを具備する図1のMOSFETヒーターの第八変形実施例を示した概略断面図。

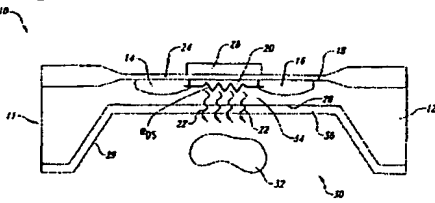
30

【符号の説明】

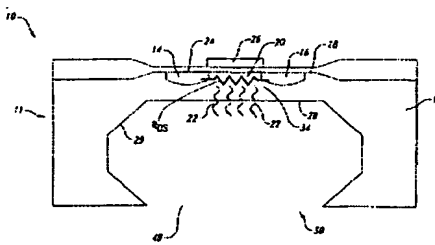
- 10 集積化ヒーター
- 11 ウエハ
- 12 基板
- 14 ソース領域
- 16 ドレイン領域
- 18 表面
- 20 チャンネル領域
- 24 誘電体層
- 26 ゲート電極
- 29 凹所
- 30 チャンバ (室)
- 32 基板
- 36 誘電体層

40

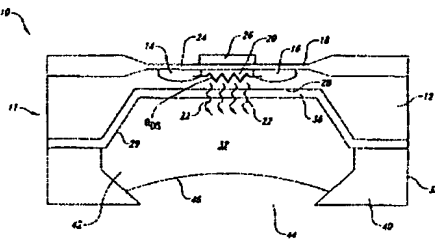
【図 1】



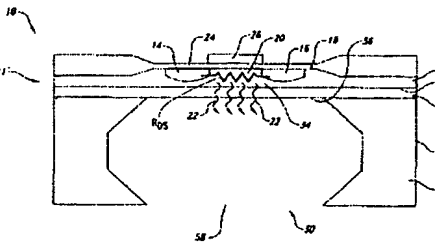
【図 3】



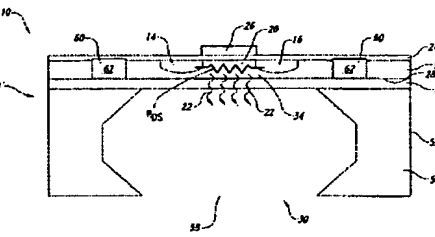
【図 2】



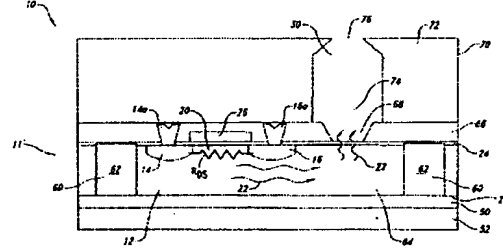
【図 4】



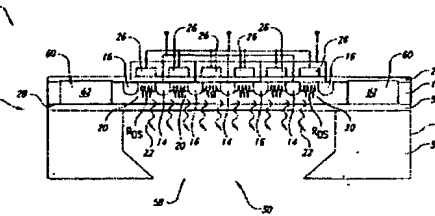
【図 5】



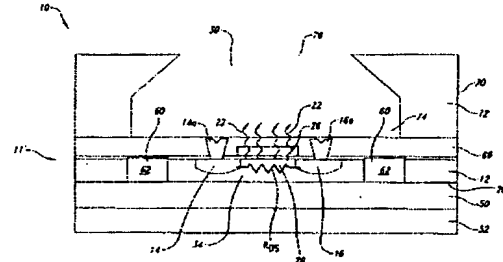
【図 8】



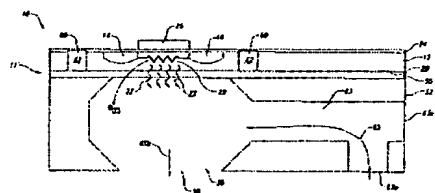
【図 6】



【図 9】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 ステファノ ロ プリオール

アメリカ合衆国、 カリフォルニア 92101, サン ディエゴ, ナインス アベニュー
1399

Fターム(参考) 2C057 AF37 AF65 AF93 AG46 AG83 AP02 AP14 AQ02 BA03 BA13